

Répartition géographique et morphologie fine de *Broelemanneuma gayi* (Diplopoda: Craspedosomatidae)

Philippe MARTI¹ & Jean WÜEST²

¹Département de Zoologie et de Biologie animale, Station de Zoologie expérimentale, 154, rte de Malagnou, CH-1224 Chêne-Bougeries, Switzerland.

²Muséum d'histoire naturelle, 1, rte de Malagnou, case postale 6434, CH-1211 Genève 6, Switzerland.

Geographical distribution and micromorphology of *Broelemanneuma gayi* (Diplopoda: Craspedosomatidae). - The distribution and ecology of the craspedosomatid diplopod *Broelemanneuma gayi* Demange, 1968 is discussed and morphological characters are illustrated by SEM. Previously unknown characters on fore legs in both sexes are described and illustrated.

Key-words: *Broelemanneuma gayi* - Diplopoda - Craspedosomatidae - geographical distribution - secondary sexual characters.

INTRODUCTION

Lors d'explorations dans des grottes du bassin de Flaine, l'un de nous (P. M.) a procédé à la pose de pièges et nous avons eu la chance de récolter en abondance le Diplopode *Broelemanneuma gayi* Demange, 1968. Cela représente une nouvelle localité pour ce troglobie limité à la Haute-Savoie. Nous nous proposons de discuter sa répartition géographique et son écologie. D'autre part, l'examen de sa morphologie fine nous a permis de mettre en évidence un nouveau caractère sexuel secondaire présent chez les mâles ainsi que des peignes de soies modifiées sous les deux premières paires de pattes des deux sexes, que nous décrivons pour la première fois.

Au sujet de ce Diplopode Craspedosomatidae, une remarque d'ordre nomenclatural s'impose. L'orthographe du nom de genre est très variable suivant les sources: nous avons trouvé *Brolemanneuma*, *Brohlemanneuma*, *Brölemanneuma* ou *Broelemanneuma*. D'ailleurs, le dédicataire de ce genre orthographiait son nom indifféremment Brolemann ou Brölemann avant 1920, et Brolemann, sans tréma ni «œ» après 1920. Si nous nous référons à la description originale de VERHOFF (1905), l'orthographe est *Brölemanneuma*, soit *Broelemanneuma* puisque le code de nomenclature zoologique conseille de supprimer les accents dans les noms de taxa.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les pièges (gobelets en plastique remplis de bière) ont été posés dans le gouffre du Calumet (bassin de Flaine) entre -50 et -60m de la surface (couche de calcaire urgonien, Fig. 1), soit dans un éboulis et entouré de cailloux pour en faciliter l'accès aux animaux (piège A), soit contre la paroi d'une marmite remplie d'argile (piège B). La pose des pièges a été effectuée le 11 août 1996 et la récolte le 2 novembre, soit 83 jours plus tard.

Pour notre étude en microscopie électronique à balayage, les exemplaires utilisés ont été déshydratés dans une série d'alcool, passés dans l'acétate de méthyle et séchés par la méthode du point critique dans du CO₂ liquide. Ils ont été métallisés par pulvérisation cathodique d'or et observés dans le MEB ZEISS 940A du Muséum de Genève.

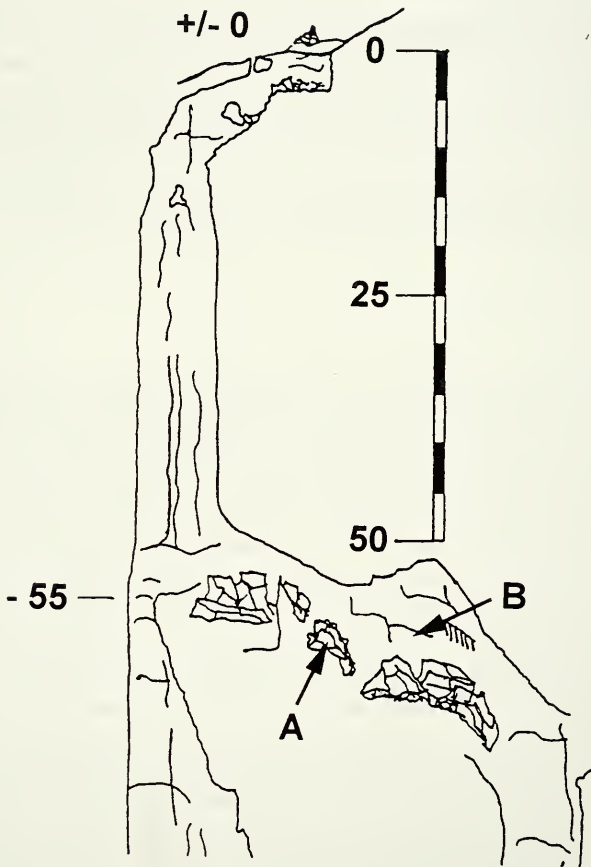


FIG. 1

Relevé topographique du début du gouffre du Calumet, indiquant l'emplacement des pièges (d'après FAVRE 1994, échelle en m).

RÉSULTATS

RÉCOLTES

Les récoltes ont été faites au Gouffre du Calumet, dans le bassin de Flaine par l'un de nous (P.M.). Le piège A, situé dans un éboulis peu stable de pierres de toutes tailles (Fig. 1) a donné un grand nombre (une cinquantaine) de Diplopodes, comprenant des mâles et des femelles, ainsi qu'un Diptère Trichoceridae du genre *Trichocera*. Ce genre est typique des grottes, et l'espèce *T. regelationis* (L.) est troglodyte et fréquemment signalée de grottes d'Europe centrale.

Dans le piège B (marmite avec argile, Fig. 1), nous avons récolté un Diplopode ♀ de même qu'un Diptère *Trichocera*.

Sur la base des gonopodes des mâles, ce Diplopode a pu être attribué à l'espèce *Broelemannuma gayi* Demange 1968, selon DEMANGE (1981). La récolte a été révisée par J.-P. Mauriès du Muséum de Paris.

Quelques exemplaires sont déposés dans les collections du MNHN de Paris. Le reste, soit 16 ♂, 5 ♂ immatures et juvéniles, 25 ♀ et juvéniles, est déposé au MHN de Genève.

Le Gouffre du Calumet constitue une localité nouvelle pour *B. gayi* (Fig. 2, point 1). Ce gouffre se trouve le long d'une faille qui part du col de Monthieu en direction de Flaine et son entrée se trouve à une altitude de 2150 m. Cette grotte est à considérer comme froide, comme toutes les cavités situées à plus de 1500m d'altitude. Il y a beaucoup de courants d'air en été. Par contre, pendant la saison hivernale, l'entrée est complètement obstruée par la neige et il n'y a donc plus de courants d'air.

RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DE *B. gayi*

Cette espèce a été décrite de la grotte de la Diau, près d'Annecy (DEMANGE 1968). Elle n'aurait plus été signalée depuis selon DEMANGE (1981), et ne figure pas dans les listes récapitulatives de GEOFFROY & MAURIES (1992); aucune référence concernant ce genre ne se trouve non plus dans le Zoological Record entre 1981 (où figure l'ouvrage de DEMANGE (1981)), et 1996.

Pourtant, elle était déjà connue de la grotte de la Barne Froide (BOURNE 1975a), mais cette mention a paru dans un périodique plutôt confidentiel, sans préciser le nombre d'individus récoltés. Elle avait été précédée, dans la même grotte, de la capture d'une femelle "Craspédosomide indéterminable" selon Demange (BOURNE 1973). Il se pourrait qu'il s'agisse de la même espèce étant donné la localisation et l'appartenance à la même famille. D'autre part, DEMANGE (1970) la signale de deux grottes de Haute-Savoie, la grotte du Vieux Taquin et le gouffre de la Tournette et MEYSSONNIER *et al.* (1987) y ajoutent le Gouffre Jean-Bernard, la grotte et la mine de fer de Sambuy. M. Mauriès nous a signalé encore quelques exemplaires des collections du Muséum de Paris provenant de la Grotte de Charrieu à Tournette et de la Grotte du Désert de Platé. Ces indications ne modifient pas la chorologie de l'espèce. La grotte de Charrieu fait partie du complexe de cavités du massif de la

Tournette (point 3 de la Fig. 2). La grotte du Désert de Platé fait partie de l'ensemble de cavités de ce massif de lapiaz, comme la Barne Froide (point 4 de la Fig. 2). Nous complétons cette liste avec le Gouffre du Calumet dans le massif de Flaine (Fig. 2, point 1).



FIG. 2

Carte des localités où le Diplopode *Broelemanneuma gayi* a été signalé: 1. Gouffre du Calumet, 1996 (938,3; 119,1; 2150m) (Massif du Platé, Flaine) - 2. Gouffre Jean-Bernard, 1982-1983 (943,41; 132,15; 1860m) (Samoëns) (ARIGNANO 1982, 1983; GEOFFROY 1983) - 3. Gouffre de la Tournette, 1969 (To I; 907,50; 100,56; 1760m) (Massif des Bornes) (DEMANGE 1970); Grotte de Charriou, à Tournette, 28.11.71, coll. Deharveng, 1 ♂, 1 ♀ (dét. Mauriès). - 4. Grotte de la Barne Froide, (941,63; 118,88; 2060m) (Massif de la Barne Froide, vallon de Laouchet) (BOURNE 1973); Grotte du Désert de Platé, 12.7.64, coll. Guignard, 1 ♂ (dét. Mauriès) (Coll. MNHN Paris, inédit). - 5. Gouffre du Vieux Taquin, 1969 (1550m) (Mont Saxonnex) (DEMANGE 1970) - 6. Grotte de la Sambuy, 1984 (906,08; 84,51; 2020m) (Seythenex) (MEYSSONNIER 1984) - 6bis. Mine de fer de la Sambuy, 1986 (905,92; 84,84; 2045m) (Seythenex) (MEYSSONNIER *et al.* 1987) - 7. Grotte de la Diau, 1967 (905,80; 114,11; 962m) (Massif des Bornes, Mt Parmelan-Pertuis-Mt Terret) (DEMANGE 1968).

TABLEAU

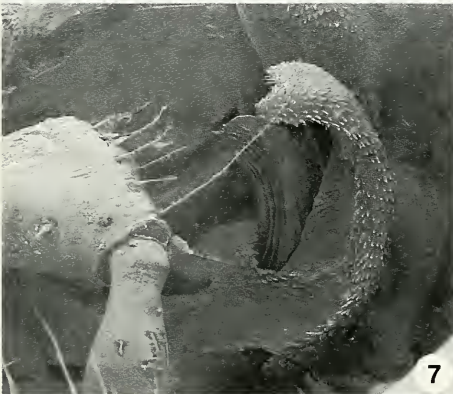
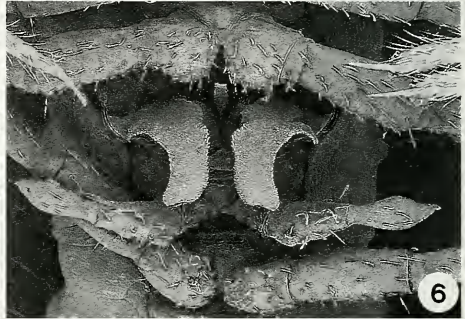
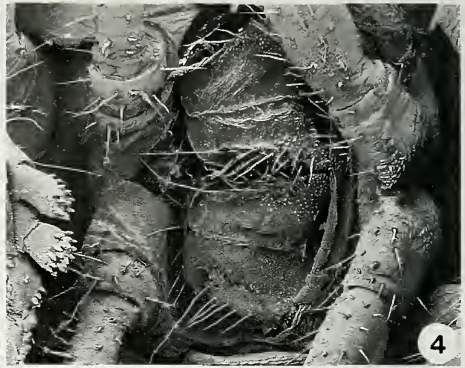
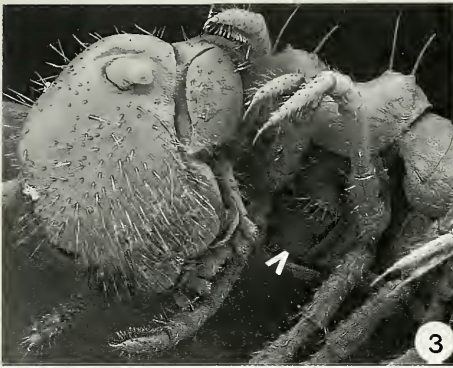
Distances (en km) entre les grottes où le Diplope *Broelemannuema gayi* a été signalé.

| | Calumet | Jean Bernard | Tournette I | Barme Froide | Vieux Taquin | Sambuy Seythenex | Sambuy Mine | Diau |
|--------------------------|---------|--------------|-------------|--------------|--------------|------------------|-------------|--------|
| Coord. X | 938.3 | 943.41 | 907.5 | 941.63 | 919.01 | 906.1 | 905.92 | 905.8 |
| Coord. Y | 119.1 | 132.15 | 100.56 | 118.88 | 123.19 | 84.86 | 84.84 | 114.11 |
| Altitude | 2150 | 1860 | 1760 | 2060 | 1550 | 2020 | 2045 | 960 |
| 1. Calumet | | 14.01 | 35.94 | 3.33 | 19.71 | 47 | 47.14 | 32.88 |
| 2. Jean Bernard | | | 47.82 | 13.38 | 25.99 | 60.23 | 60.36 | 41.71 |
| 3. Tournette I | | | | 38.73 | 25.38 | 15.76 | 15.79 | 13.65 |
| 4. Barme Froide | | | | | 23.02 | 49.19 | 49.33 | 36.14 |
| 5. Vieux Taquin | | | | | | 40.44 | 40.52 | 16.02 |
| 6. Sambuy Seythenex | | | | | | | 0.18 | 29.25 |
| 6bis. Sambuy Mine de fer | | | | | | | | 29.27 |
| 7. Diau | | | | | | | | |

MORPHOLOGIE FINE

L'adaptation à une existence troglobie est manifeste du fait que l'espèce est totalement blanche et aveugle (Fig. 3). Dans l'ordre des Craspedosomatida, ce sont les paires de pattes 8 et 9 du mâle qui sont modifiées en organes copulateurs (Figs 6 et 7). L'espèce est caractérisée par la forme des gonopodes 8 qui sont transformés en lames recouvertes de petits tubercules, absents chez les autres représentants du genre *Broelemannuema* (Figs 6 et 7). La seconde paire de gonopodes (pattes 9) est relativement peu modifiée et présente l'allure de pattes raccourcies (Fig. 6). Les orifices génitaux mâles se présentent comme deux papilles sur les coxae de la seconde paire de pattes (Fig. 5). Il n'y a pas de pénis dans la famille des Craspedosomatidae. L'orifice génital des femelles ne présente aucune ornementation spécifique pouvant aider à la détermination (Figs 3 et 4).

En examinant en détail des spécimens de *B. gayi*, nous avons découvert un nouveau caractère sexuel secondaire, qui concerne les pattes 3 à 7 du mâle. L'article tarsal terminal est dilaté à l'extrémité et pourvu, à sa face ventrale, d'une cinquantaine de soies modifiées (Figs 8 et 9). Portées par un court pédoncule, elles sont élargies en raquettes à l'extrémité. Placées sans ordre apparent, elles mesurent environ 12 μ de hauteur. Le type de cuticule, sur les faces de la raquette, semble différer de celui du pédoncule, ce qui pourrait indiquer des possibilités d'adhérence de la zone élargie qui pourrait constituer une sorte de ventouse. Les exemplaires juvéniles ne présentent pas ce caractère, même si les gonopodes 8 sont déjà différenciés. Dans les deux sexes, les pattes 1 et 2 portent, sous l'article tarsal terminal, une rangée d'une vingtaine de soies modifiées en bâtonnets aplatis présentant une torsion et munies d'une épine latérale (Figs 10 et 11). Ces soies sont dirigées vers l'arrière et mesurent 30-50 μ de longueur. Du côté antérieur de cette rangée, quelques soies modifiées sont placées plus ou moins en ligne. On en trouve également quelques-unes sous le premier article tarsal et sous le tibia; leur longueur atteint ici 100 μ . Les soies bordant ces rangées sont légèrement modifiées: elles présentent une épine latérale et sont aussi tordues. Dès la



troisième paire de pattes chez les femelles et sur les pattes postérieures aux gonopodes 8 et 9 chez le mâle, les soies sont droites et non modifiées.

DISCUSSION

Les organismes troglobies sont considérés comme peu mobiles une fois qu'ils se sont adaptés au milieu des grottes. L'éloignement des localités de captures (voir carte et tableau), leur localisation dans des massifs séparés par des vallées de basse altitude (vallée de l'Arve), font qu'il est difficile d'expliquer la répartition de *B. gayi*. Il n'est certainement pas limité à un seul système souterrain. Cependant, il semble bien que son aire géographique soit restreinte à la région de la Haute-Savoie. Mais la prospection d'autres grottes d'altitude dans les régions voisines (Valais, Savoie) pourrait apporter des éléments nouveaux à cette répartition, qui pourrait se révéler plus large, alpine par exemple. Ses préférences écologiques devront orienter les recherches vers des grottes d'altitude ou des grottes très froides, contenant des dépôts fins riches en matière organique permettant le régime géophage mis en évidence par BOURNE (1975b). La localisation de cette espèce dans des endroits sans courants d'air (BOURNE 1975a) est sujette à discussion, puisque la grotte du Calumet présente de forts courants d'air. L'utilisation de pièges contenant de la bière pourrait cependant constituer un appât attirant les diplopodes hors des zones protégées des courants d'air. Cette espèce n'a jamais été décrite à l'état vivant. Les récoltes pouvant parfois être massives, il serait intéressant de la voir en place, pour savoir si elle existe sous forme de populations denses et groupées et si elle présente un éventuel comportement grégaire. La récolte d'un seul individu dans un des pièges et de près de 50 individus dans l'autre piège, distant de quelque 10m, pose la question de la mobilité de cette espèce. De plus, la récolte massive vient d'une zone de cailloux, alors que le piège ayant fourni un seul individu se trouvait dans une zone d'argile, substrat de prédilection pour cette espèce selon BOURNE (1975a, b), qui précise les conditions écologiques de ses lieux de capture ainsi: "sol argileux, température constance à 2,5°C et absence de courants d'air". Ces conditions sont celles de la plupart des grottes dites d'altitude, ainsi que des localités mentionnées pour *B. gayi*, la grotte de la Diau (localité-type de la description de DEMANGE 1968) présentant ces mêmes conditions écologiques malgré une altitude nettement plus basse.

FIGS 3-11

3: Tête de *B. gayi* montrant le détail des pièces buccales et l'absence d'ocelles. On peut voir également l'orifice génital ♀ (flèche). - 4: Orifice génital ♀. - 5: Base des pattes 2 du ♂ montrant les orifices génitaux mâles sous la forme de deux papilles. - 6: Région des gonopodes de *B. gayi* montrant les pattes 8 fortement modifiées et les pattes 9 de morphologie nettement plus normale. - 7: Gonopodes 8 de *B. gayi* en vue latérale montrant leur surface antérieure couverte de tubercules. Ces gonopodes sont particulièrement larges chez cette espèce. - 8: Extrémité d'une patte antérieure aux gonopodes (P6) chez le ♂. L'article précédant la griffe terminale porte à sa face inférieure une série de sortes de petites ventouses. - 9: Détail d'une des ventouses terminales des pattes antérieures du ♂. - 10: Dernier article des pattes antérieures de la ♀ (P2) montrant les deux rangées de soies modifiées. - 11: Poils modifiés de la patte 2 de la ♀. Echelle = 400µ (Fig. 3), 150µ (Fig. 4), 40µ (Fig. 5), 200µ (Fig. 6), 90µ (Fig. 7), 23,5µ (Fig. 8), 5µ (Fig. 9), 115µ (Fig. 10), 16µ (Fig. 11).

En ce qui concerne la morphologie fine de *B. gayi*, la présence de structures particulières sous les articles terminaux des pattes antérieures constituant un caractère sexuel secondaire n'a jamais été mentionnée ni figurée. Mâles et femelles portent sous les articles terminaux des pattes 1 et 2 des lignes de soies modifiées en bâtonnets tordus, semblables dans les deux sexes. Cette structure pourrait faire penser au peigne de nettoyage des pièces buccales signalé chez les Iulidae sur les tibias et tarses des pattes 1 et 2, formé d'épines ordonnées en ligne (VERHOEFF 1926). Par contre, les mâles présentent des renflements caractéristiques des tarses II des pattes 3 à 7, recouverts de soies élargies en raquettes ou en ventouses. Ces soies modifiées du mâle ressemblent aux soies qu'on trouve à l'extrémité des pattes de nombreux insectes et qui leur servent à adhérer sur des surfaces lisses. On peut penser à des structures (éventuellement associées à des glandes) assurant une bonne adhérence sur le corps d'un partenaire pendant l'accouplement ou à des récepteurs sensoriels, qui pourraient être également impliqués dans l'accouplement. L'examen d'autres représentants du genre *Broelemanneuma* ou de la famille des Craspedosomatidae devrait permettre de vérifier la présence de ces structures et de l'utiliser éventuellement dans la caractérisation de ces taxa.

REMERCIEMENTS

Nous remercions M. Jean-Paul Mauriès, du Muséum national d'Histoire naturelle de Paris, qui a bien voulu examiner notre matériel, compléter nos informations et relire le manuscrit. La détermination du Diptère Trichoceridae est due à M. Jean-Paul Haenni, du Musée d'Histoire naturelle de Neuchâtel, auquel va toute notre gratitude. Notre reconnaissance va à M. Villy Aellen, directeur honoraire du Muséum d'histoire naturelle de Genève, et à M. Strinati, pour leurs conseils dans la rédaction de la présente note. Nous remercions M. Slim Chraïti pour le traitement informatique des figures 1 et 2.

BIBLIOGRAPHIE

- ARIGNANO, D. 1982. Des bêtes dans le Jean-Bernard, Samoëns, Haute-Savoie. *Echo des Vulcains* **42**: 2-3.
- ARIGNANO, D. 1983. Premiers éléments sur la faune du Jean-Bernard. *Echo des Vulcains* **43**: 3-5.
- BOURNE, J. D. 1973. Biospéléologie. *Hypogées* **30**: 10.
- BOURNE, J. D. 1975a. Notes écologiques sur la grotte de la Barne Froide (alt. 2000m.) et sur les environs. *Hypogées* **36**: 45-58.
- BOURNE, J. D. 1975b. Premières constatations sur quelques facteurs écologiques pour les diplopedes troglobies *Broilemannema gayi* Dem. *Actes 5^e Congrès National Suisse de Spéléologie, Stalactite suppl.* **9**: 23-26.
- DEMANGE, J.-M. 1968. Un nouveau Myriapode de Haute-Savoie: *Brölemanneuma gyai* nov. sp. (Diplopoda: Craspedosomoidea: Craspedosomidae). *Annales de Spéléologie* **23**: 189-190.
- DEMANGE, J.-M. 1970. Sur une collection de Myriapodes de France (Savoie, Haute-Savoie, Ardèche) rassemblée par par M. L. Deharveng. *Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 2^e série*, **42**: 502-508.
- DEMANGE, J.-M. 1981. Les Mille-pattes. *Ed. Boubée, Paris*, 284 pp.

- FAVRE, D. 1994. Camp d'été 93. *Hypogées* **61**: 10-11.
- GEOFFROY, J.-J. 1983. *Broelemanneuma grayi* est-il le mille-pattes le plus profond du monde? *Bulletin de liaison, Société de Biospéléologie* **4**: 25-26.
- GEOFFROY, J.-J. & J.-P. MAURIES. 1992. Diplopodes cavernicoles, édaphiques et souterrains de France. Données récentes, répartition des espèces nouvellement décrites et peu connues. *Mémoires de Biospéléologie* **19**: 127-133.
- MEYSSONNIER, M. 1984. Observations fortuites de chauves-souris... en 1983. *S.C.V. Activités* **45**: 29-30.
- MEYSSONNIER, M., V. AELLEN & P. STRINATI. 1987. Faune souterraine du département de la Haute-Savoie. *Emergences Spéléos Rhône-Alpes, N° spécial* **1**. 120 pp.
- VERHOEFF, K. W. 1905. Über «*Ceratosoma*» *pectiniger* Bröl. *Zoologische Anzeiger* **29**: 223-224.
- VERHOEFF, K. W. 1926. Diplopoda. Bronn's Tierreich. Vol. 5, Fasc. 2, 1ère partie, 1071 pp. Leipzig.